

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANATHAN BICHEL

SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL PARA UMA PROPRIEDADE EM
ORTIGUEIRA – PARANÁ: ESTUDO DE CASO

CURITIBA

2015

ANATHAN BICHEL

SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL PARA UMA PROPRIEDADE EM
ORTIGUEIRA – PARANÁ: ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão apresentado ao Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal.

Orientador: Prof. MsC. Paulo Roberto Magistrali

CURITIBA

2015

AGRADECIMENTOS

À Deus por me conceder o dom da vida, e sempre iluminar minha trajetória.

À Universidade Federal do Paraná, especialmente ao Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Curso de Gestão Florestal, pela oportunidade de cursar e me aperfeiçoar ainda mais na área florestal.

Ao Paulo Roberto Magistrali, pela orientação e presteza nos momentos que precisei para desenvolver os estudos.

Aos professores do curso de Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná, que admiro e que de alguma forma contribuíram para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Sr. José Aquino proprietário do Grupo Baobá pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

A todos os funcionários da propriedade por auxiliar e contribuir com o trabalho.

A empresa Unisafe Consultoria pelo apoio e contribuição com o trabalho.

Aos meus amigos que compartilharam comigo momentos de tristezas, alegrias, batalhas, problemas e soluções.

À minha namorada Ediane Zanin, por seu apoio incondicional e amor sincero.

À meu irmão Guilherme Bichel, pelo companheirismo e pela alegria que sempre me transmitiu.

Em especial e eterno agradecimento aos meus pais Nelson Bichel e Janice Spaniol Bichel, por serem meus exemplos de vida, sempre me oferecendo amor, carinho e uma vida digna sem que me faltasse nada.

“...Por maior que sejam os espinhos,
as dificuldades e as dores, ainda
assim, nada é mais certo que a
vitória dos que não desistem de
sonhar.”

(GAEFKE, Paulo Roberto, 2013)

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade de um sistema de colheita florestal *Full tree* para uma propriedade de Ortigueira, Paraná. O sistema *Full tree* considera a colheita pelo método semi-mecanizado no corte, mecanizado no arraste, no traçamento, no baldeio, no carregamento e no transporte. Os fatores considerados para o trabalho foram a área de trabalho do sistema, o tipo de trabalho a ser executado, o tipo de solo, a topografia, a especificação da máquina e preço da máquina, a qualificação da mão de obra disponível, a facilidade da operação, manutenção, regulagem e assistência técnica, a influência das condições climáticas e custo do sistema de colheita. Os resultados obtidos demonstram que as variáveis ambientais encontradas para a área não foram limitantes para a prospecção do sistema de colheita florestal. O custo de colheita florestal com o sistema correspondeu a R\$ 33,18/m³.

Palavras-Chave: Gestão Florestal. Propriedade Florestal. Custos Operacionais.

ABSTRACT

This study has the general objective of evaluating the feasibility of a full tree forest harvesting system for a property Ortigueira, Paraná. The Full tree harvesting system considers the semi-mechanized method in cutting, mechanized in drag, in tracing, the Motorized, loading and transport. Factors considered for the job were the system's desktop, the type of work to be performed, the type of soil, the topography, the specification of the machine and machine price, the qualification of the available labor, ease of operation, maintenance, adjustment and technical assistance, the influence of climatic conditions and economic analysis of the procurement system. The results show that the environmental conditions encountered in the area were not limiting for the exploration of forest harvesting system. The cost of forest harvesting with the system corresponded to R\$ 33,18/m³.

Keywords: Forest Management. Forest property. Operating costs

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 COLHEITA FLORESTAL.....	12
2.1.1. Gestão Integrada de Máquinas Florestais.....	13
2.1.2. Gestão de máquinas	15
2.1.3. Análise operacional de máquinas florestais	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1. OBJETIVO GERAL.....	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	19
4.1.1 Influência das condições climáticas no desenvolvimento do trabalho.....	19
4.1.2. Tipo de Solo	21
4.1.3. Característica do Local de Estudo.....	22
4.2 SISTEMA DE COLHEITA SUGERIDO PELA PROPRIEDADE PARA AVALIAÇÃO.....	22
4.2.1. Especificações da máquina.....	23
4.3 FATORES DE INFLUÊNCIA NA OPERACIONALIDADE DO EQUIPAMENTO.....	24
4.4 CUSTOS OPERACIONAIS CONSIDERADOS PARA A AVALIAÇÃO	25
4.4.1 Custos Fixos.....	25
4.4.2 Custos Variáveis	26
4.5 ANÁLISE DOS DADOS	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. ASPECTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS.....	29
5.1.1. Área de trabalho.....	29
5.1.2. Tipo de Trabalho a ser Executado	31
5.1.3. Tipo de solo.....	31
5.1.4. Influência das Precipitação no Desempenho das Máquinas	32
5.1.5. Topografia	32
5.2. RECURSOS HUMANOS.....	36
5.2.1 Qualificação de mão de obra disponível.....	36

5.2.2. Facilidade de operação, manutenção, regulagem e assistência técnica	37
5.3. CUSTOS DO SISTEMA DE COLHEITA.....	37
5.3.1. Corte.....	37
5.3.2. Arraste.....	37
5.3.3 Processamento	38
5.3.4. Baldeio	38
5.3.5. Transporte	39
5.3.6. Custos Totais	39
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
APÊNDICES	46
ANEXOS	56

1. INTRODUÇÃO

Mundialmente o setor florestal se destaca por fornecer matéria-prima e energia para indústrias de construção civil e de transformação. O Brasil é um país que possui recursos florestais abundantes e por este motivo apresenta uma forte estrutura produtiva neste setor (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS, 2013).

As florestas representam 31% da superfície terrestre, sendo que 7% desse total (264 milhões de hectares) são compostas de florestas plantadas (FAO, 2010). Dentro de toda esta extensão de florestas, o Brasil ocupa hoje o sétimo lugar entre os países com maiores plantios florestais, estando estas florestas distribuídas em mais de 500 municípios a maioria constituída por florestas de *Eucalyptus sp.* (69,6%) e *Pinus sp.* (23,40%) as outras espécies representando apenas 7% do total (MACHADO, 2014).

A madeira das variedades de *Eucalyptus sp.* vem ganhando grande atenção por empresas e propriedades do setor principalmente na região Sul e Sudeste do Brasil, pois este gênero possui adaptabilidade ganhando desta forma destaque no desenvolvimento em um curto espaço de tempo gerando retorno ao produtor em menores períodos de tempo (INO; SHIMBO, 1998).

O aumento do consumo de madeira trouxe investimentos na compra de terras para reflorestamentos, investimentos em indústria dos diversos segmentos florestais e investimentos em padrões de colheita com máquinas para aumentar a produtividade (SILVA *et al.*, 2004).

Ferramentas metodológicas foram criadas para analisar investimentos e aptidões regionais, a fim de auxiliar o gestor na tomada de decisões, através de coleta de dados, desenvolvimento de projeções quantitativas, análises de risco, benefício/custo em níveis econômicos, sociais e ambientais (SILVEIRA, 2008).

Nos sistemas de gestão integrada de máquinas florestais, a tomada de decisão de qual máquina adquirir depende de fatores técnicos, ergonômicos, ambientais e econômicos. Segundo Machado (2014) a aquisição e a operacionalização de qualquer máquina devem ser procedidas de estudos

detalhados sobre custos, rendimentos, assistência técnica, administração para manter a capacidade produtiva e outros fatores, como:

- 1 - Área de trabalho;
- 2 - Tipo de trabalho a ser executado;
- 3 - Mercado a ser vendido a madeira;
- 3 - Tipo de solo;
- 4 – Topografia;
- 5 – Preço da máquina;
- 6 - Qualificação de mão de obra disponível;
- 7 - Especificações da máquina;
 - 7.1 Operacionalidade (controle, capacidade e rendimento);
 - 7.2 Manutenção;
- 8 - Padronização da frota;
- 9 - Facilidade de operação, manutenção e regulagem;
- 10 - Idoneidade do fabricante e revendedor;
- 11 - Conceito do equipamento no mercado;
- 12 - Assistência técnica;
- 13 – Época de substituição.

A pesquisa se justifica pelos vários aspectos que o investidor deve conhecer e considerar antes de escolher sua máquina florestal. Assim, o presente trabalho tem como intuito avaliar a viabilidade de um sistema de colheita florestal *Full tree* considerando fatores técnicos, ergonômicos ambientais e econômicos, por meio de ferramentas computacionais, dados fornecidos pelo proprietário e pesquisas em literatura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A associação entre a cadeia produtiva de base florestal e as florestas plantadas brasileiras gera uma grande diversidade de bens e serviços que englobam a produção, a colheita e o transporte de madeira bem como a obtenção dos produtos finais para os setores de papel e celulose, de painéis de madeira industrializada, de madeira processada mecanicamente e de siderurgia a carvão vegetal e biomassa (ABRAF, 2013).

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil o gênero *Eucalyptus* tem apresentado uma grande adaptabilidade, um crescimento relativamente acelerado e um rápido retorno financeiro tornado a madeira deste gênero atrativa para as empresas e as propriedades do setor florestal (INO; SHIMBO, 1998).

Segundo o anuário estatístico da ABRAF (2013, ano base 2012) em 2012 as áreas de plantios de *Eucalyptus sp.* totalizaram cerca de 5.102.030 ha, representando um crescimento de 4,5% (228.078 ha) se comparada ao indicador de 2011.

Em relação às empresas associadas, a Abraf (2013) relata que à distribuição da área total plantada de eucalipto e pinus tem sua destinação principal os segmentos de papel e celulose (72,5% da área plantada), siderurgia a carvão vegetal (19,5% da área plantada), painéis de madeira industrializada (7,3%) e produção independente (0,7% da área plantada). O Paraná no ano de 2012 apresentou área de 192 835 hectares de eucalipto mantendo crescimento constante desde 2006 (Figura 1).

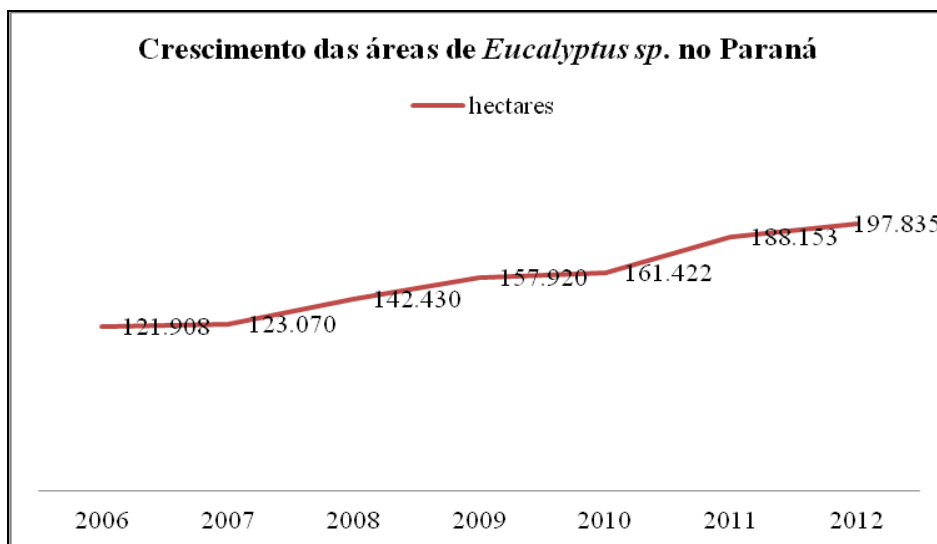


FIGURA 1 - ÁREA DE *eucalyptus sp.* NO PARANÁ DE 2006 A 2012.
 FONTE: ABRAF (2013).

2.1 COLHEITA FLORESTAL

Segundo Machado (2014) a colheita florestal é uma das partes mais importantes do ponto de vista técnico-econômico. A atividade é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento, processamento ou traçamento), descascamento ou não da madeira, extração e carregamento.

Na colheita florestal a participação de sistemas de operação ou sistemas de colheita, permite uma interação entre as diversas atividades, permitindo o fluxo constante de madeira, evitando-se os pontos de estrangulamento, levando os equipamentos à sua máxima utilização (MACHADO, 2014).

De acordo com Machado (1985) os sistemas de colheita podem ser classificados da seguinte maneira:

- Sistemas de toras curtas (*cut to length*): nesse sistema a árvore é processada no local de derrubada, sendo explorada para a margem da estrada ou para o pátio temporário em forma de toras pequenas, com menos de seis metros de comprimento;

- Sistema de toras compridas (*tree length*): a árvore é semiprocessada (desgalhamento e destopamento) no local de derrubada e levada para a margem da estrada ou o pátio de carregamento em forma de fuste, com mais de seis metros de comprimento.

- Sistema de árvores inteiras (*full tree*): a árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou pátio temporário, onde é processada;
- Sistema de árvores completas (*whole tree*): a árvore é retirada quase que totalmente, com parte de seu sistema radicular, e levada para a margem da estrada ou para o pátio temporário, onde é processada;
- Sistema de cavaqueamento (*chipping*): a árvore é derrubada e processada no próprio local, sendo transportada em forma de cavacos para um pátio de armazenamento ou diretamente para a indústria;
- Sistema ao comprimento especificado (*Specified length*): em uma mesma árvore são extraídas toras curtas e toras longas, para serem utilizadas em regime de uso múltiplo em nível de tora.

No processo de colheita florestal a junção das diversas etapas ou métodos da colheita, do corte ao transporte, pode ser definida como modais de colheita. Os principais modais de colheita empregados atualmente são: motosserra + autocarregável; motosserra + guincho arrastador+processador (mesa traçadora); Harvester + Forwarder; e Feller Buncher + Skidder + processador (MALINOVSKI *et al.*, 2002).

2.1.1. Gestão Integrada de Máquinas Florestais

Segundo Machado (2014) o processo produtivo de natureza (recursos material), fornece os insumos necessários para que a produção possa se realizar; o capital (recurso financeiro) fornece o dinheiro para manutenção dos fatores de produção; o trabalho (recursos humano) é constituído pela mão de obra, executora e transformadora dos insumos e a empresa (recurso administrativo), fator responsável por coordenar todos os fatores de produção envolvidos.

O conhecimento sobre os aspectos de gestão de recursos materiais e patrimoniais permite ao administrador assegurar o abastecimento de produtos para utilização direta ou atender aos serviços operacionais (PASCOAL, 2008).

O sistema de gestão de estoque é entendido politicamente como o conjunto de atos diretivos, relacionados ao gerenciamento. Gerir os estoques de forma adequada permite um equilíbrio em relação ao nível ótimo do

investimento (PASCOAL, 2008). Na área florestal, principalmente na colheita florestal, o estoque possibilita programar o atendimento ao equipamento, tornando a intervenção corretiva uma atividade programada, evitando perdas com tempo excessivo de máquina parada, falta de recursos adequados e diminuição da disponibilidade confiabilidade do equipamento (CARVALHO, *et al.*, 2003).

Dentro do controle de estoque, a classificação ABC permite ao administrador a identificação dos produtos, quantidade em estoque e necessidade de reposição. A classificação pode ser definida de três maneiras: classe A – itens mais importantes que dão sustentação ao trabalho desenvolvido; classe B – grupo intermediário e classe C – itens menos importantes em termos de movimentação (PASCOAL, 2008). A representação gráfica da classificação ABC pode ser visualizada na figura 2.

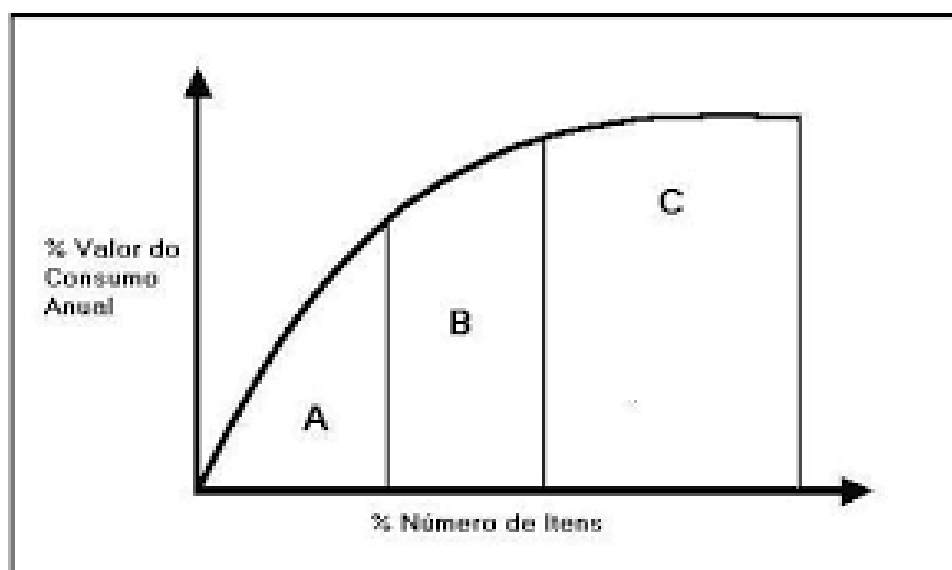


FIGURA 2 - ILUSTRAÇÃO DE UMA CURVA ABC TÍPICA.
FONTE: SIMÕES (2007).

A gestão de compras, responsável pela aquisição do material no mercado, busca a satisfação do produto em termos de qualidade e com preços mantidos em um nível econômico bom. Algumas opções na gestão de compras permitem ao investidor facilidade na aquisição de máquinas nacionais ou internacionais. Os tipos de aquisição são compreendidos pela compra propriamente dita, financiamento, empréstimo, *Leasing* financeiro e locação (MACHADO, 2014).

Dentro dos tipos de aquisição de máquinas a aqueles que preferem trabalhar de forma mista, ou seja, fazendo a aquisição de algumas máquinas bases e investir em equipamentos “chaves” para montar o restante da estrutura.

2.1.2. Gestão de máquinas

Para a aquisição de uma máquina de colheita florestal com boa operacionalização, o conjunto a ser avaliado deve levar em consideração aspectos ambientais, técnicos e econômicos.

Ainda segundo Machado (2014), levando-se em consideração a evolução dos fabricantes e das máquinas e implementos, para o trabalho em florestas, sugere-se uma proposta de apreciação de máquinas em que alguns itens deveriam ter maior peso, como especificação técnica e eficiência da assistência técnica. Uma sugestão de seleção de máquinas para uso florestal é apresentada no Quadro 1.

Ítems	Peso
Especificações técnicas (conjunto: cabeçote e máquina base)	100
Eficiência da assistência técnica	75
Estrutura de Proteção contra Capotagem (EPCC)	75
Operação e regulagem	60
Custo inicial	35
Valor de revenda	35
Conforto para o operador	35
Padronização	30
Condições de pagamento/financiamento	30
Tradição do fornecedor	30

QUADRO 1 – PROPOSTA DE APRECIÇÃO DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS FLORESTAIS.

FONTE: MACHADO (2014).

2.1.3. Análise operacional de máquinas florestais

A análise da gestão de operações para aquisição de máquinas florestais considera o tempo disponível para o trabalho do equipamento, sendo admitidas pelas condições edafoclimáticas, cultura e regime de trabalho adotado (indicadores de desempenho) (MOLIN; MILAN, 2002).

A gestão de máquinas, segundo Machado (2014) deve ser apoiada em todos os aspectos, que envolvem a sua manutenção e operação. Para o autor os indicadores para ação e decisão sobre a continuidade ou interrupção do uso da máquina devem considerar, conforme pode ser observado na figura 3.

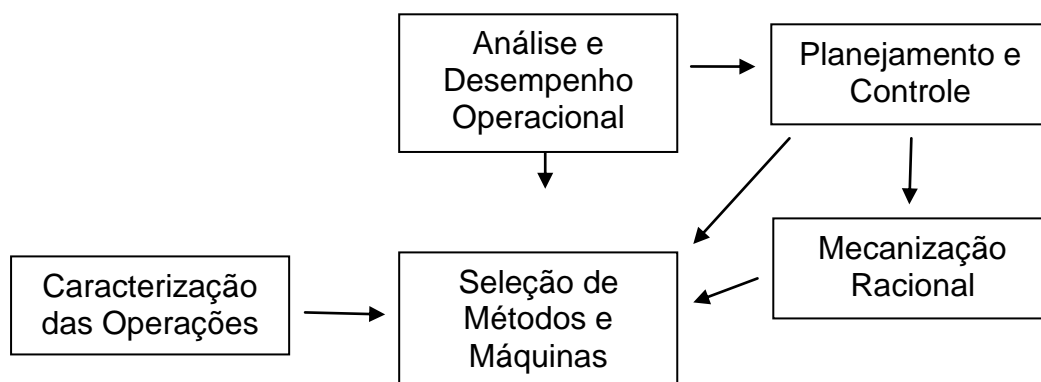


FIGURA 3 – PROPOSTA DE GESTÃO PARA SELEÇÃO DE MÉTODOS E MÁQUINAS.
FONTE: MACHADO (2014) Modificado pelo autor (2015).

As máquinas florestais passam por processos de desgaste ao longo dos anos, devido a sua natureza e intensidade do seu trabalho, manutenção mecânica e as condições naturais do trabalho. A vida útil dos equipamentos pode ser determinada pela vida útil econômica para que sua substituição possa ocorrer no seu tempo certo. Entretanto, quando considerada a aquisição ou estudo de viabilidade da máquina (substituição antes de iniciar a colheita) a prospecção é a maneira mais próxima de se determinar se a máquina será viável ou não para o investidor.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade de um sistema de colheita florestal *Full tree* para uma propriedade de Ortigueira, Paraná.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os fatores ambientais, técnicos operacionais e econômicos para o sistema de colheita;
- Avaliar o custo de operação do sistema adotado, através de uma análise simulatória, utilizando dados do proprietário, de empresas florestais e da literatura;

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido entre os meses de janeiro e agosto de 2015, para a empresa denominada grupo Baobá, localizada no município de Ortigueira, Paraná (Figura 4). A área florestal base do estudo possui 430,59 hectares, distribuídas em duas propriedades, sendo a Fazenda Baobá I com 229,44 hectares e a fazenda Baobá II com 201,15 hectares.

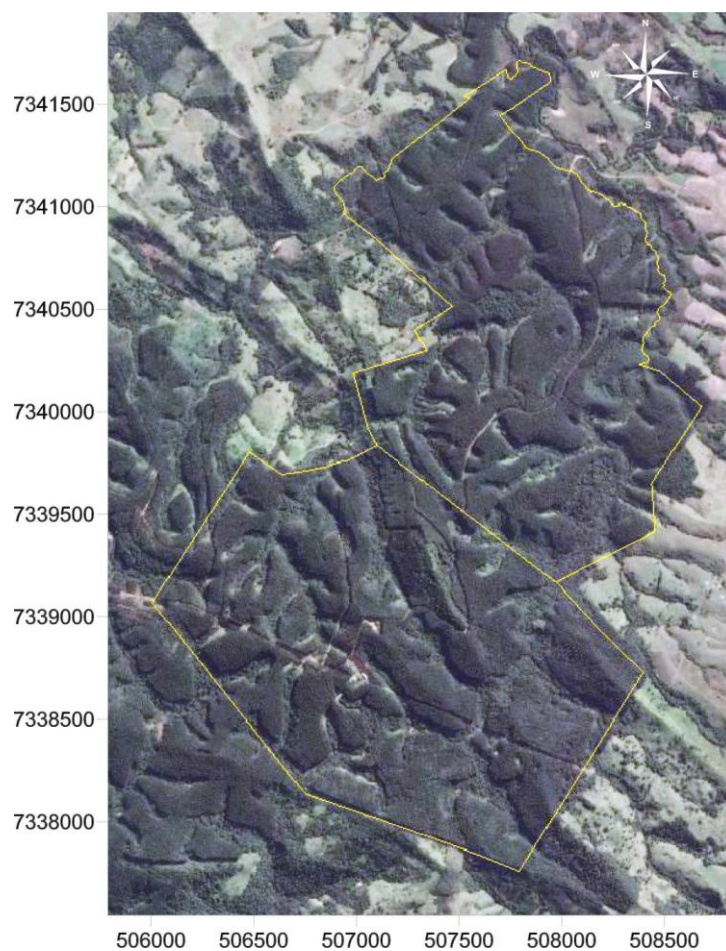


FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.
FONTE: UNISAFE CONSULTORIA (2015)

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Influência das condições climáticas no desenvolvimento do trabalho

A área em estudo está inserida em uma zona de clima subtropical (Cfa) com verão quente. Esta caracterização climática apresenta estações de verão e inverno bem definidas, com tendência das concentrações de precipitação nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. A classificação climática – Segundo Köppen, obtida no portal do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) pode ser visualizado na Figura 5.



FIGURA 5 - CARTA CLIMÁTICA – SEGUNDO KÖPPEN, ANO DE REFERÊNCIA 2013.
FONTE: IAPAR (2014).

A temperatura média anual varia de 22 a 23°C, com temperaturas dos meses mais frios variando de 14 a 15°C e os meses mais quentes de 25 a 26°C, segundo dados do Instituto Agrônomo do Paraná (2013), apresentados na figura 6.

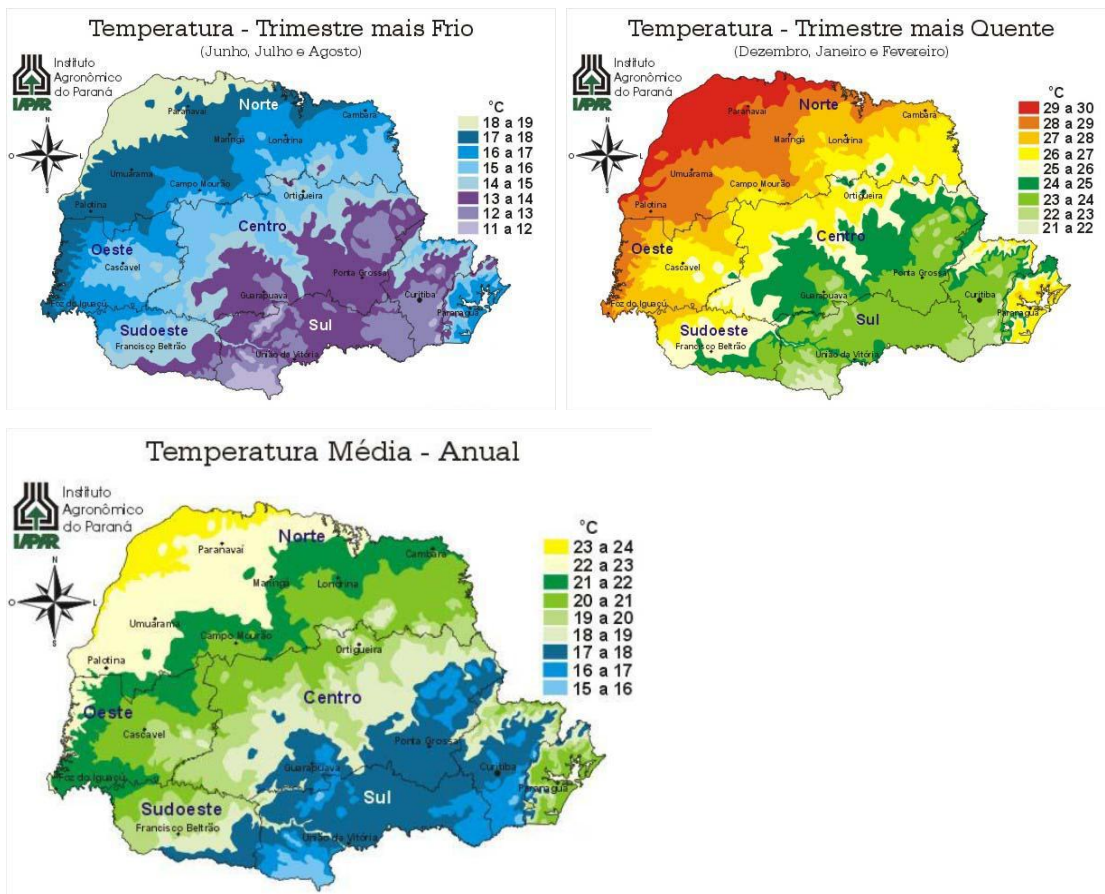
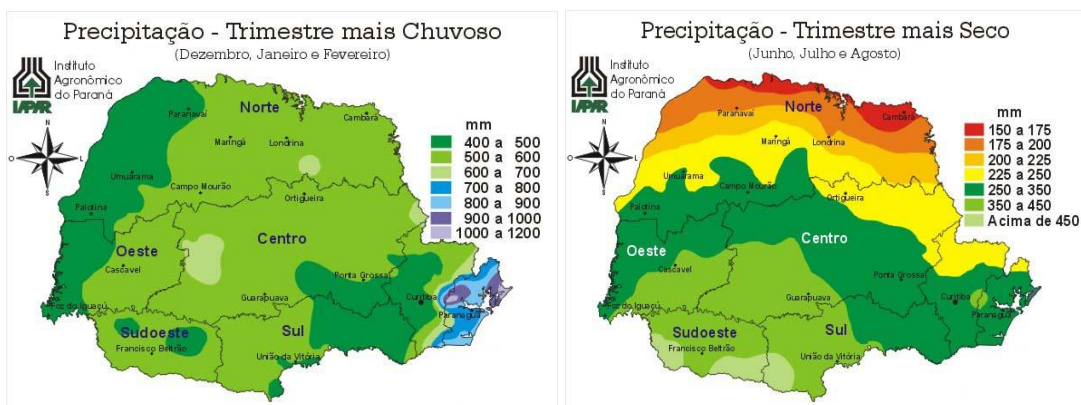


FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DO TRIMESTRE MAIS FRIO, TRIMESTRE MAIS QUENTE E TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO ESTADO DO PARANÁ, ANO DE REFERÊNCIA 2013. FONTE: IAPAR (2014).

A precipitação varia de 1400 a 1600 mm, apresentando os períodos mais chuvosos de dezembro a fevereiro com variação de 500 a 600 mm e trimestre mais seco entre os meses de junho a agosto com 225 a 250 mm, conforme apresentado na figura 7.



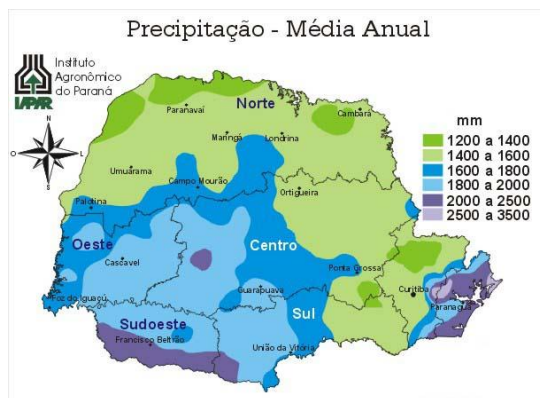


FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO DO TRIMESTRE MAIS CHUVOSO, MENOS CHUVOSO E MÉDIA ANUAL, ANO DE REFERÊNCIA 2013.

FONTE: IAPAR (2014).

4.1.2. Tipo de Solo

A classificação do tipo de solo do município de Ortigueira – Paraná, segundo Embrapa (2011) formado por Neossolos Litólicos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos e Argissolos Vermelho- Amarelo Distróficos.

Os Neossolos Litólicos Eutróficos, segundo Embrapa 2015, compreendem solos rasos, onde geralmente os horizontes não ultrapassam 50 cm, sendo relacionados a relevos mais declivosos. As limitações existentes a este solo refletem no desenvolvimento radicular de espécies florestais, o uso de máquinas e o risco de erosão (EMBRAPA, 2015).

Os Cambissolos Háplicos são identificados em relevos forte ondulados ou montanhosos, sem horizonte superficial A húmico. Esse tipo de solo apresenta como principais limitações para uso, o relevo em declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de pedras (EMBRAPA, 2015).

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos constitui uma das classes mais extensas no Brasil, estando presente do Amapá ao Rio Grande do Sul. A característica deste tipo de solo é a ocorrência em relevos mais acidentados sendo mais susceptíveis à erosão (EMBRAPA, 2015).

4.1.3. Característica do Local de Estudo

A caracterização da área foi realizada em parceria com a Unisafe Consultoria, através da elaboração de mapas de uso e ocupação e de modelos digitais de terreno, obtendo plantas hipsométricas, clinométricas, de aspecto e de fluxo e plantas de índice de mecanização. Para a confecção dos modelos digitais de terreno foram utilizados dados do levantamento planialtimétrico da área de estudo obtidos a partir dos dados do levantamento SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle) realizado para o Brasil pelo programa da NASA e a image © 2014 Cnes/Astrium. O software utilizado para elaboração foi o Surfer® 8.

4.2 SISTEMA DE COLHEITA SUGERIDO PELA PROPRIEDADE PARA AVALIAÇÃO

O processo de colheita florestal apresenta o método semi-mecanizado no corte (motosserra), mecanizado no arraste (trator com guincho + mini skidder), mecanizado no traçamento (mesa traçadora), mecanizado (autocarregável) no baldeio, no carregamento e no transporte.

O sistema de colheita da madeira adotado para a propriedade é o *full tree* com derrubada dentro do talhão, seguido da limpeza e do processamento da madeira próximo a estrada (Figura 8). Fatores considerados para o trabalho são as distâncias de arraste do mini-skidder e guincho de até 100 metros e o transporte com carreta articulada a uma distância de 65 quilômetros.

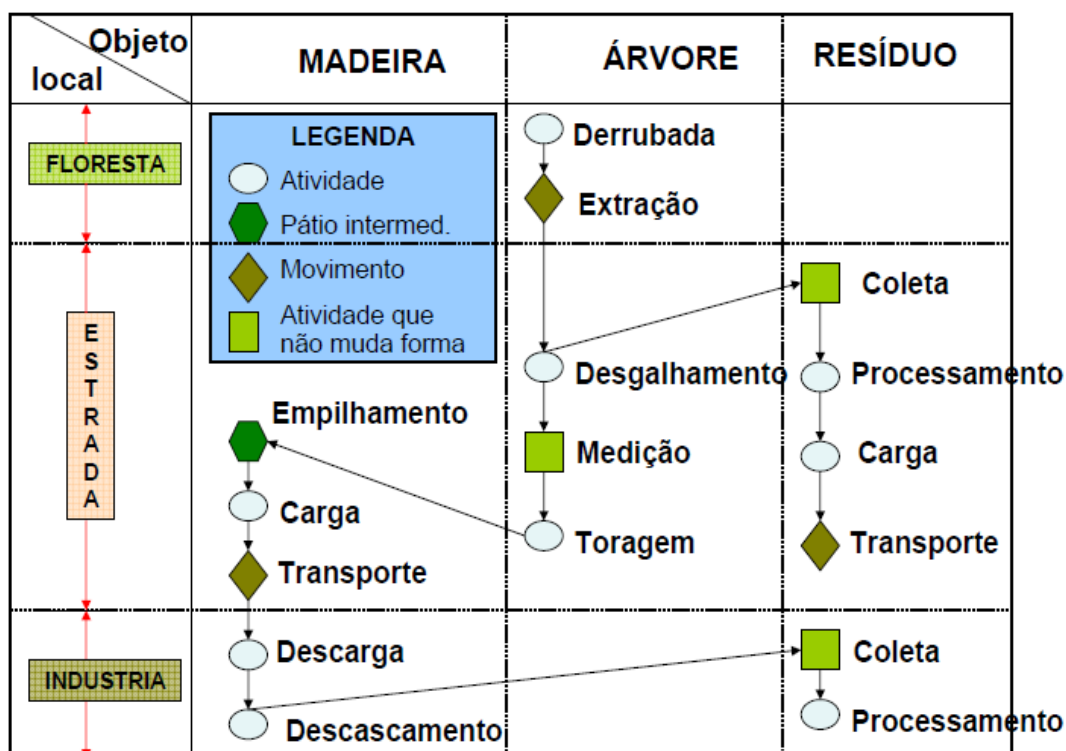


FIGURA 8 – REPRESENTAÇÃO DOS PROCESOS DO SISTEMA *FULL TREE*.
 FONTE: MACHADO (2013)

O regime de manejo visado pelo grupo é o de uso múltiplo, ou seja, condução da floresta para diferentes mercados por meio de técnicas de primeiro e segundo desbaste, considerando no primeiro momento para este trabalho a técnica de primeiro desbaste, seletivo por baixo.

4.2.1. Especificações da máquina

Os modelos de máquinas, os equipamentos adquiridos e o preço da máquina, foram informados pelo cliente. Os equipamentos compõem:

- Motosserras Stihl MS 381;
- Máquinas-bases tratores da marca John Deere com 180 cv de potência;
- Equipamentos desenvolvidos e em desenvolvimento na propriedade como o mini skidder (pinça – figura 9), guincho, autocarregável e mesa traçadora;
- Carreta (articulado) com tração 6 x 4, composto de uma unidade tratora (cavalo mecânico) e um semirreboque.

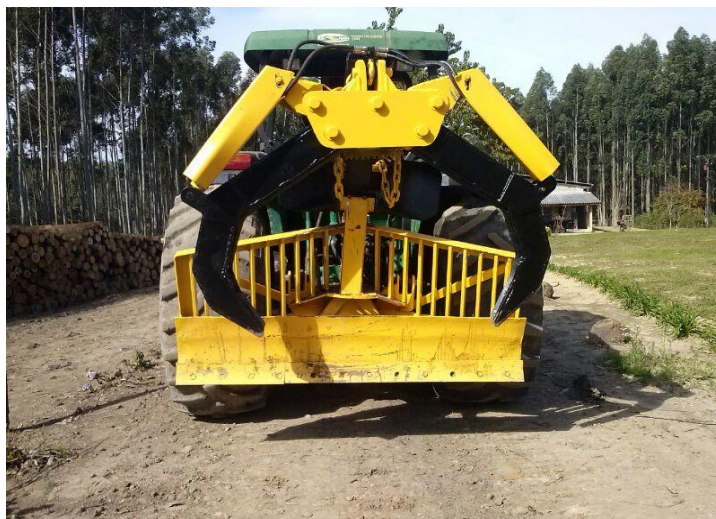


FIGURA 9 - MINI SKIDDER DESENVOLVIDO NA PROPRIEDADE.
FONTE: UNISAFE CONSULTORIA E GRUPO BAOBÁ (2015).

4.3 FATORES DE INFLUÊNCIA NA OPERACIONALIDADE DO EQUIPAMENTO

Os fatores avaliados neste trabalho para prospecção do sistema de colheita foram:

- 1- Área de trabalho;
- 2- Tipo de trabalho a ser executado;
- 3- Tipo de solo;
- 4- Topografia;
- 5- Especificação da máquina e preço da máquina;
- 6- Qualificação da mão de obra disponível;
- 7- Facilidade da operação, manutenção, regulagem e assistência técnica;
- 8- Influência das condições climáticas;
- 9- Custos do sistema de colheita.

4.4 CUSTOS OPERACIONAIS CONSIDERADOS PARA A AVALIAÇÃO

Os custos fixos e variáveis foram estimados pela proposta da FAO, citado por Machado; Malinovski (1988), Machado *et al.* (2000) e Machado (2014), englobando custos de depreciação, juros, seguros e impostos anuais, custos de abrigo e custos de taxas administrativas das máquinas florestais.

4.4.1 Custos Fixos

O cálculo para a depreciação do equipamento do estudo obedeceu a seguinte equação:

$$Di = \frac{Va - Vr}{NHe}$$

Em que:

Va= Valor de aquisição (R\$/h⁻¹);

Vr= Valor de revenda ao final da vida útil (R\$/h⁻¹); e

N= Vida útil esperada (anos ou horas); e

He= horas efetivas de uso anual (h).

Os custos de juros (J) é calculada de modo a recuperar e são calculados pela seguinte fórmula:

$$J = (Va/2He) * i$$

Os custos de seguro são provenientes de indenização de ocorrência de fatores externos, segundo Machado (2014). Os custos fixos utilizam a seguinte equação para sua determinação:

$$JSI = (IMA * i)/He$$
$$IMA = [(Va - Vr)(N + 1)]/(2N) + Vr$$

Onde:

IMA= Investimento médio anual;

JSI= Custos de juros, seguros e Impostos (R\$/h).

O custo de abrigo ou garagem considera o local de armazenamento, vigias e estrutura requerida pela máquina florestal. Para o cálculo do custo de abrigo foi considerado o fator de ajuste (FA) de 0,75%, segundo ASAE, (2001). Considerando a variação dos de custo de garagem para cada máquina em função do valor de aquisição, considerou-se um custo médio devido ao armazenamento das máquinas no mesmo local.

$$A = (Va * Fa) / He$$

4.4.2 Custos Variáveis

Para os custos variáveis foram utilizados dados fornecidos pela empresa, calculando-se os custos de combustível, custos de lubrificantes, custos de óleo hidráulico, custos de pneus, custos de reparo e manutenção, custos de mão-de-obra, custos de transporte de pessoal e custos de transporte de maquinário e custo de administração.

Os custos de mão de obra dos operadores foram calculados pela seguinte equação:

$$MDO = \frac{SOPXE_s}{HT}$$

Em que:

MDO = Custo de mão de obra por hora efetiva (R\$ h⁻¹);

SOP = Somatório dos salários mensais dos operadores (R\$);

Es = Encargos sociais (%);

HTM = Horas trabalhadas no mês (h).

Os cálculos adotados para os gastos com combustíveis e lubrificantes foram:

Combustível:

$$COMB = CMM \times PU$$

Onde:

COMB = Custo com combustível por hora efetiva (R\$ h⁻¹);

CMM = Consumo médio horário da máquina (L h⁻¹); e

PU = Preço por litro de combustível (R\$ L⁻¹).

Lubrificantes:

$$OHL = COMB \times F \times 0,25 \times HE$$

Em que:

OHL = Custo de lubrificantes, graxas e óleos hidráulicos;

COMB = Custo com combustível por hora efetiva (R\$ h⁻¹); e

F = fator de relação histórico (0,25) x Consumo médio horário da máquina (L h⁻¹).

Os custos de manutenção e reparos, conforme FAO (1974).

$$[(40\% * D) + [3\% * D] * (U/100)]/U$$

Sendo:

D= Custos de depreciação anual dos equipamentos, em R\$/ano;

U= Horas de trabalho correspondente à 2304 horas de trabalho por ano.

Os custos de pneus por hora foi calculado conforme descrito por Machado et al. (2000).

$$CP = Z/(y.hv) + [(W + Z) * (y.hv - N)]/N * y * hv$$

Em que:

CP= Custos de pneus por hora de viagem (R\$/hora);

Z= Custos de consertos em R\$. Corresponde a 50% do custo de substituição do jogo completo (0,50 x W);

W= Custo de substituição de um jogo completo de pneus (R\$);

Y= Vida útil do trator em anos;

Hv= Horas de viagem por ano;

N= Vida útil dos pneus em horas de viagem.

Os custos de taxas administrativas (T) consideraram um percentual do valor inicial da máquina, associados aos encargos administrativos. O cálculo considera um fator de ajuste de 10% para as taxas e custos dependentes do uso administrativo.

$$TADM = CD \times F$$

Onde:

TADM = Taxa Administrativa;

CD = Custos dependentes do processo administrativo (Juros, seguros, custo com mão de obra, etc.)

F = fator de ajuste (10%).

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados para elaboração do trabalho foram embasados em bibliografias de Andreon (2011), Machado (2014), Volpato (1991), Minette *et al.* (2008) e Simões *et al.* (2011), em dados fornecidos pelo cliente e empresas fornecedoras de equipamentos, e trabalhos não publicados, criando-se assim um prospecto técnico de máquinas e equipamentos florestais. Os dados foram compilados e analisados com o software Microsoft Excel 2007®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ASPECTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS

5.1.1. Área de trabalho

A caracterização da área da propriedade através do mapa de uso e ocupação permite conhecer melhor a estrutura existente. A disposição dos maciços florestais, a caracterização das áreas ambientais (de preservação permanente (APP) e Reserva Legal) e a localização das benfeitorias, favorecem na tomada de decisão sobre a melhor logística para o sistema de colheita florestal (Figura 10).

O uso e ocupação da área são compostos por 10,95 hectares de APP existente, 251,35 hectares de reserva legal, 430,59 hectares de eucalipto, 0,9455 hectares de benfeitorias e 0,6072 hectares de pedreira. Em conformidade com a legislação vigente (Código Florestal Lei 12.727/2012 e Decreto nº 7.830/2012), a área apresenta 0,97870 hectares a serem restaurados, possibilitando o direcionamento da estrutura de colheita sem a preocupação com passivos ambientais, decorrentes da falta de planejamento.

A adequação da propriedade ao novo código florestal, além de ser uma obrigação conforme disposto na lei, apresenta vantagens de minimização a impactos ambientais decorrentes de suas atividades, além de proteção ao patrimônio natural. Segundo CENIBRA (2015) as políticas do sistema integrado de gestão ao meio ambiente em uma empresa, permite o desenvolvimento sustentável, por meio de ações de proteção dos recursos naturais existentes, bem como a conscientização ambiental de seus trabalhadores e comunidades.

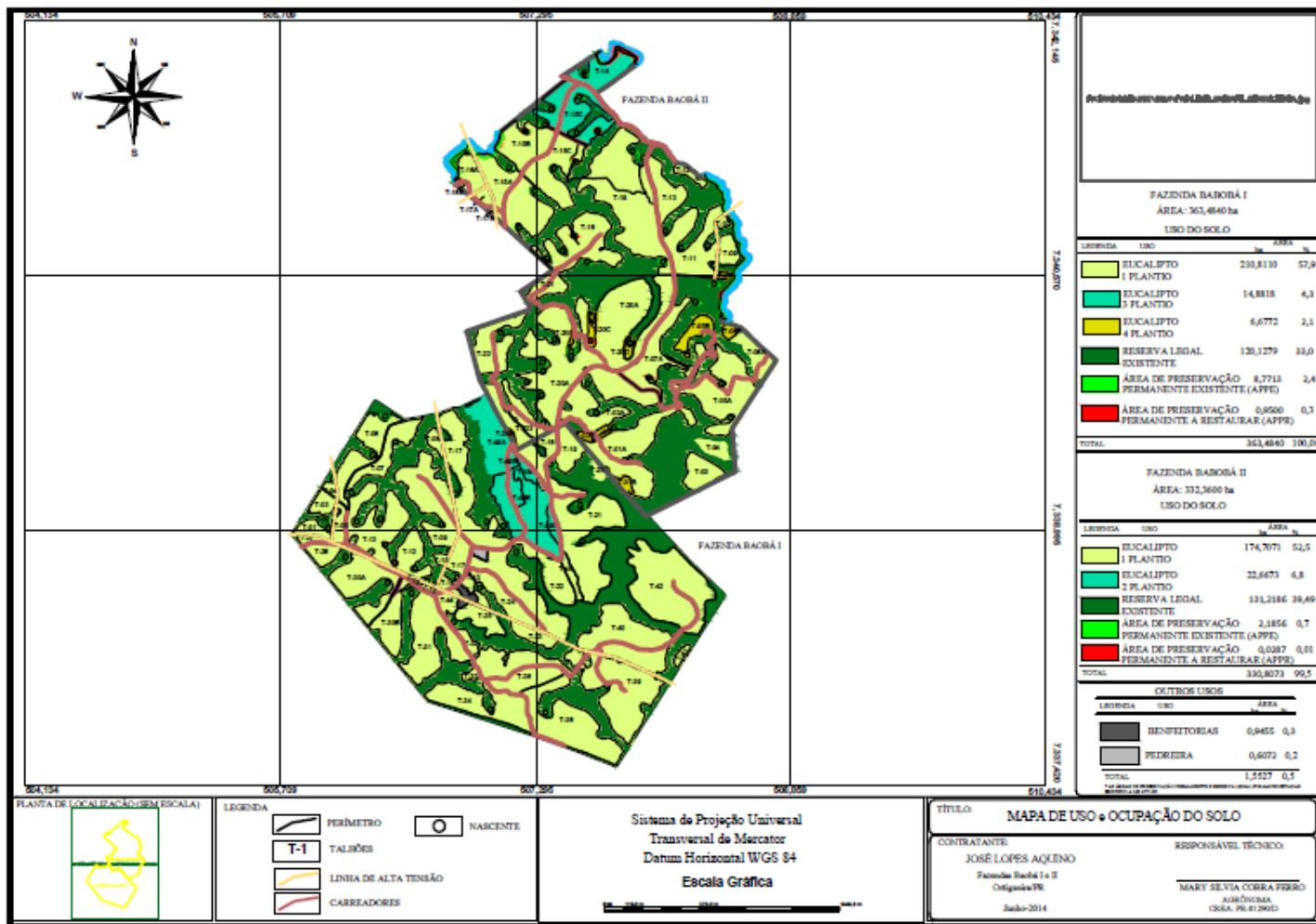


FIGURA 10 - USO E OCUPAÇÃO FLORESTAL DA FAZENDA DO GRUPO BAOBÁ.
FONTE: UNISAFE CONSULTORIA E GRUPO BAOBÁ (2014).

5.1.2. Tipo de Trabalho a ser Executado

O desenvolvimento dos sistemas de uso múltiplo pela propriedade é decorrente da procura por novas alternativas de venda da madeira, agregando maior valor aos produtos, garantindo a sustentação e abastecimento dos diversos mercados existentes na região. Segundo Iverson e Alston, (1986) o termo uso múltiplo passou a ser associado ao termo rendimento sustentado, originando a concepção de uma alternativa real e viável de desenvolvimento. a colheita florestal em áreas de primeiro de uso.

Segundo matéria da revista da madeira - REMADE (2003) os objetivos dos empreendimentos florestais das grandes empresas são muito bem definidos, sendo o destino do material a ser produzido para uma única finalidade. Porém, as condições econômicas – financeiras, crises setoriais ou excesso de oferta forçam a busca de mercados intermediários e usos alternativos para a madeira produzida.

5.1.3. Tipo de solo

O tipo de solo juntamente com outros fatores como umidade, preparo do solo, serrapilheira e peso da máquina podem promover a compactação. O sistema avaliado apresenta máquinas menores em relação a outros sistemas como harvester + forwarder ou feller buncher + skkider. O tipo de solo juntamente com as épocas de precipitação tem interferência nos aspectos de deslocamento de máquinas.

Horn *et al.*, (1995) destaca o processo de compactação do solo atribuído tanto à diminuição do espaço poroso entre os agregados, ocorrendo um rearranjo destes na matriz do solo, como à ruptura e destruição dos agregados. Esses processos, segundo Silva e Cabeda (2006) irão depender da quantidade de água do solo e da pressão externa aplicada ao solo pelos sistemas de manejo adotados.

Segundo Hakansson (1990) máquinas com pneus estreitos ou com elevada pressão de inflação e alta carga por eixo, causam o aumento da compactação do solo, agravando o processo quando trabalhado com um

conteúdo de água elevado, inadequado para as atividades agrícolas e florestais (CAMARGO; ALLEONI, 1997).

5.1.4. Influência das Precipitação no Desempenho das Máquinas

A precipitação é um fator determinante no processo de colheita florestal da propriedade, principalmente por ela estar inserida em uma zona de boa distribuição. Linhares *et al.*(2012) avaliando a eficiência e desempenho de duas máquinas florestais, apresentou resultados de aumento da eficiência das máquinas, quando em períodos com baixos níveis de precipitação e a necessidade de se aumentar o abastecimento de madeira na fábrica.

5.1.5. Topografia

Os resultados obtidos para os modelos digitais de terreno (figura 11) determinam ganhos ambientais com conservação do solo na trafegabilidade das máquinas nos locais de colheita, ganhos sociais com a segurança do operador e ganhos econômicos facilidade da execução das da colheita e diminuição de custos com deslocamentos desnecessários para reconhecimento de área.

Uma das ferramentas utilizadas no manejo florestal, segundo Broza *et al.* (2012) é o Sistema de Informações Geográficas (SIG) que funciona como agente facilitador para a tomada de decisões. As vantagens, segundo o autor, são inúmeras, destacando-se pela maior precisão das informações (relativas a terreno), resultando em um planejamento harmônico dos fatores econômicos e ambiental.

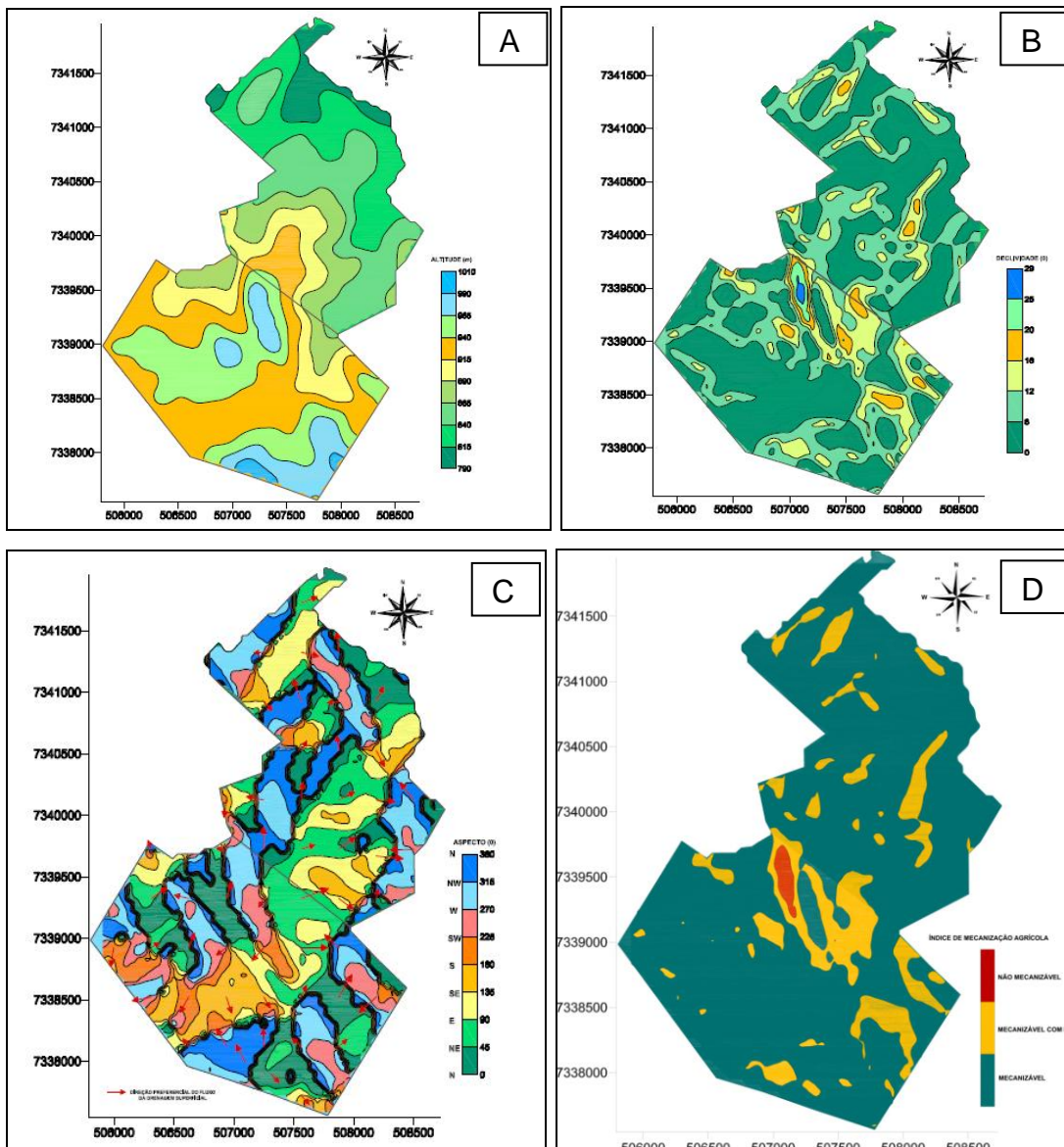


FIGURA 11 - MODELOS DIGITAIS DE TERRENO: A – PLANTA HIPSOMÉTRICO; B – PLANTA CLINOMÉTRICA; C – PLANTA DE ASPECTO E FLUXO E D – PLANTA DE ÍNDICE DE MECANIZAÇÃO.

FONTE: UNISAFE CONSULTORIA E GRUPO BAOBÁ (2014).

A altitude para o trabalho variou de 790 a 1010 metros, como pode ser observado na figura 11A, sendo este modelo fundamental da criação do modelo de declividade.

O modelo de declividade, representado pela figura 11B, considera as seguintes classes de 0 a 8° para plano, 8 a 12 para suave, 12 a 16 para suave ondulado, 16 a 20 para ondulado e 20 a 29 para forte ondulado.

Das classes e áreas especificadas na tabela 1, 27,73 hectares (6,44%) deve se ter uma atenção maior no momento de executar a atividade de colheita, por representar áreas fortemente onduladas. O planejamento para

colheita dessas áreas é realizado com base nas plantas de aspecto e fluxo (figura 11C), sempre considerando a colheita na direção contrária ao disposto nas flechas indicativas do fluxo.

A planta de índice de mecanização auxilia o gestor na tomada de decisão antes mesmo de iniciar a atividade no campo. Com ela é possível preparar os equipamentos e os funcionários para as condições a serem encontradas.

Para este trabalho 52,75 hectares (12,25%) não é possível mecanizar, 91,03 hectares (21,14%) é mecanizável com restrição e 286,81 hectares (66,61%) é possível mecanizar (Tabela 2).

Ordem por Superfície	Classe de Declividade e Relevo (^o)	Área (ha)	(%)
1	0-8 - Plano	171,99	39,94
2	8-12 - Suave	127,33	29,57
3	12-16 - Suave Ondulado	58,64	13,62
4	16-20 - Ondulado	44,90	10,43
5	20-29 – Forte Ondulado	27,73	6,44
TOTAL		430,59	100,00

TABELA 1 – CLASSES DE DECLIVIDADE REGISTRADAS PARA A ÁREA EM ESTUDO
 FONTE: UNISAFE CONSULTORIA (2014).

Ordem por Superfície	Índice das Áreas Mecanizáveis	Área (ha)	%
1	Área Mecanizável	286,81	66,61
2	Área Mecanizável com restrição	91,03	21,14
3	Área não Mecanizável	52,75	12,25
TOTAL		430,59	100,00

TABELA 2 – ÍNDICES DE ÁREAS MECANIZÁVEIS PARA A ÁREA EM ESTUDO
 FONTE: UNISAFE CONSULTORIA (2014).

Segundo Machado *et al.* (2008) uma das principais variáveis a se considerar na mecanização florestal é a topografia. Quando o terreno é muito acidentado pode se tornar inviável o tráfego de máquinas-motoras, uma vez que a estabilidade destas fica comprometida. A limitação das operações pode ser parcial ou total no tráfego dentro da área de colheita florestal, de acordo com cada situação. Em situações de limitação de tráfego, uma das opções é adotar o corte, o desgalhamento e o traçamento com motosserras.

Segundo Castilho *et al.* (2014) empresas que tem operações em áreas declivosas (com declividade superior a 27°), necessitam desenvolver alternativas que viabilizem a colheita da madeira. Algumas alternativas segundo o autor é a adoção de alguns modelos com baldeio de toretes com guindaste, colheita com cabos deslizantes, corte e baldeio com harvester equipado com esteiras e forwarder equipado com guincho auxiliar de tração, arraste de árvores inteiras com guincho de arraste e colheita com cabo aéreo.

Em meio as alternativas apresentadas por Castilho *et al.* (2014) o sistema adotado pela empresa, com guincho arrastador, possibilita a realização do processo de extração em 87,75% da área.

Com os modelos digitais de elevação, além da análise para prospecção do sistema de colheita, foi possível alocar as estradas para colheita. As estradas obtidas com o modelo e os estaleiros para a madeira pode ser visualizado na Figura 12.

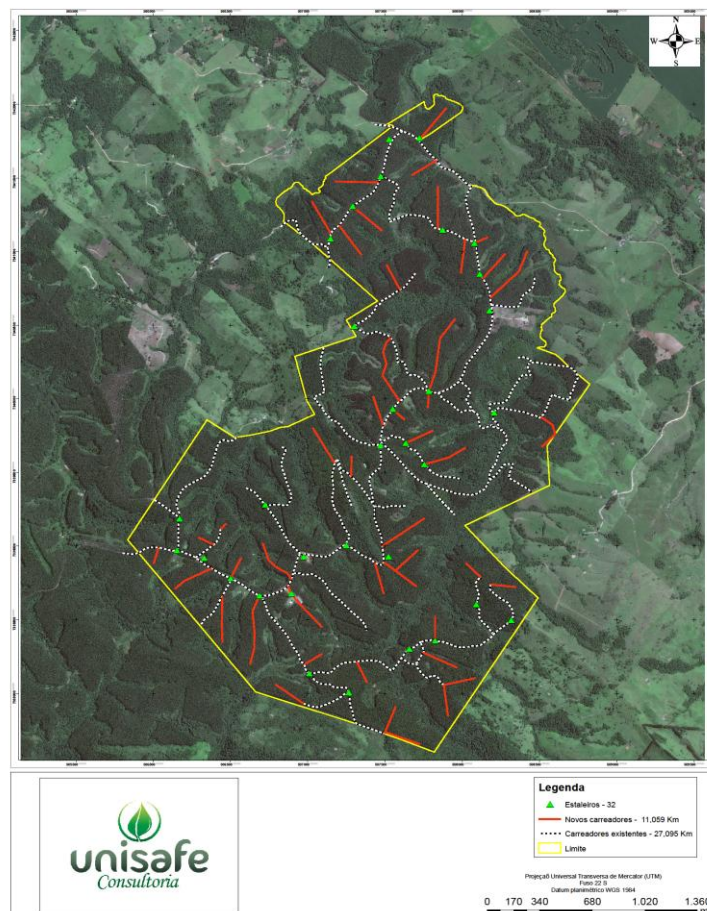


FIGURA 12 - ALOCAÇÃO DAS ESTRADAS FLORESTAIS.
FONTE: UNISAFE CONSULTORIA E GRUPO BAOBÁ (2015).

A direção das estradas obedece a disposição dos talhões e o tipo de frota que irá circular. Os talhões dimensionados visam um bom manejo principalmente na fase de corte da floresta, enfatizando que não ocorra arraste de madeira por distâncias muito elevadas e uma boa circulação dos veículos, além de auxiliar na proteção contra incêndios na forma de aceiros, o mesmo serve para separar os talhões e realizar a ligação entre as estradas principais, proporcionando assim um melhor fluxo dos veículos.

A construção das vias de acesso considera a distância máxima do arraste ou transporte da madeira no interior da floresta, que por razões técnicas e econômicas não devem ultrapassar os 150 m. Assim, os talhões devem ser dimensionados com no máximo 300 m de largura, com comprimento variando de 600 a 1.000 m (MACHADO, 2013).

Os aceiros separam os talhões e servem de ligação às estradas principais, para o escoamento da produção da floresta. Estes podem ser internos (com largura de quatro a cinco metros) ou de divisa (com largura de 15 m). Além disso, recomenda-se que a cada quatro ou cinco talhões estabeleçam-se aceiros internos de 10 m de largura (EMBRAPA FLORESTA, 2003).

5.2. RECURSOS HUMANOS

5.2.1 Qualificação de mão de obra disponível

A mão de obra da propriedade é considerada como especializada, por apresentar todos os cursos para operação do sistema de colheita, realizados por solicitação ao Serviço Nacional de Formação Profissional Rural (SENAR) e por empresas privadas.

Qualificação da mão de obra e segurança do trabalho, para Pescador e Oliveira (2009) deixou de ser uma atividade rara, levada pelos avanços tecnológicos e maior conscientização do cidadão sobre sua qualidade de vida. Segundo o autor a busca intensiva pela qualidade total no desenvolvimento das atividades florestais trouxe maior segurança e maior eficiência no desempenho das operações.

5.2.2. Facilidade de operação, manutenção, regulagem e assistência técnica

A operação, manutenção, regulagem e assistência técnica para o sistema de colheita da propriedade apresenta facilidade de execução e logística, principalmente pelo conhecimento e qualificação da mão de obra existente. Máquinas e equipamentos são observados e testados pelos próprios desenvolvedores das máquinas e no caso dos tratores a assistência técnica regional atende as exigências de rapidez e qualidade das operações.

5.3. CUSTOS DO SISTEMA DE COLHEITA

5.3.1. Corte

A prospecção de colheita florestal para a etapa de corte com motosserra apresentou um custo operacional de R\$ 47,79/hora e um custo de produção com R\$ 6,30/m³, sob um rendimento de 7,59 m³/hora de madeira com casca, com a equipe formada por um motosserrista e um auxiliar. Andreon (2011) apresentou um custo de produção de R\$ 49,02/hora e um custo operacional de R\$ 6,46/m³. Os resultados obtidos para a análise econômica da etapa de corte pode ser visualizado na tabela 3 e gráfico 1A (apêndice).

A distribuição dos custos em R\$/m³ para a motosserra demonstram que as principais despesas referem-se ao operador (29,63%) e ao auxiliar (25,39%), correspondente a 55,02% dos custos operacionais (representação gráfica 1A). Andreon (2011) apresenta resultados de 74,69% para os custos de mão de obra.

5.3.2. Arraste

O trator com os equipamentos Mini-skidder e guincho acoplado apresentaram custo operacional de R\$ 100,75/hora e custo de produção de R\$ 14,71/m³ (Tabela 4 - apêndice) em 100 metros de arraste. Volpato (1991)

obteve resultados de produtividade de 33,93 st/hf e US\$ 0,745/st para extração florestal com guincho arrastador em distâncias de até 50 metros.

Stöhr e Baggio (1981) na avaliação do trator Mini-skidder, com trator do tipo MF 265, implementado de arraste e barra com fendas para engatar correntes, apresentaram volumes médios de 0,80 m³ por ciclo numa distância média de 200 m, um rendimento de 6,85 m³ /h, a um custo médio de US\$ 0,66.

Os principais custos obtidos para o equipamento trator com mini-skidder e guincho arrastador, referem-se ao combustível (17,87%), depreciação do equipamento (15,43%) e consertos (15,09%), representando 48,39% dos custos de produção (Gráfico 1B - apêndice).

5.3.3 Processamento

Os custos operacionais com trator acoplado em uma mesa traçadora correspondem a R\$ 147,28/hora e os custos de produção correspondem a R\$ 3,68/m³ sobre uma produtividade de 40 m³ por hora efetiva de trabalho, como pode ser observado na tabela 5 (apêndice).

Os principais custos obtidos para o equipamento trator com mesa traçadora foram com combustível (20,37%), depreciação (15,42%) e consertos (15,07%), representando 50,86% dos custos de produção (Gráfico 1C - apêndice).

5.3.4. Baldeio

Os custos operacionais obtidos para o trator com autocarregável foram de R\$ 116,92/hora e um custo de produção de R\$ 4,91/m³ (Tabela 6 - apêndice).

Os principais custos obtidos para o equipamento com trator autocarregável foram com combustível (20,53%), depreciação (14,61%) e consertos (14,28%), representando 49,42% dos custos de produção (Gráfico 1D - apêndice).

5.3.5. Transporte

Os principais custos obtidos para a carreta (articulado) foram com combustível (27,26%), consertos (13,63%) e depreciação (12,39%), representando 53,28% dos custos de produção (Gráfico 1E - apêndice).

Os custos operacionais com carreta (articulado) correspondem a R\$ 165,09/hora e os custos de produção correspondem a R\$ 3,59/m³, como pode ser observado na tabela 7 (apêndice). O custo de transporte obtido por Berger *et al.* (2002) foi de R\$ 3,60 por metro estéreo posto no pátio, utilizando de sistemas de programação linear estes custos podem chegar a R\$ 2,94.

5.3.6. Custos Totais

Nos custos totais para o sistema, as maiores despesas correspondem ao combustível (18,86%) mão de obra (17,05%), e depreciação (12,52%) representando 48,43% dos custos totais (Gráfico 1F - apêndice).

No sistema *Full tree* os maiores custos correspondem ao arraste com mini-skidder e guincho (44,33%) e com motosserra (18,98%), correspondendo a 63,31% dos custos do sistema.

Na gestão de máquinas florestais, o rendimento operacional, o investimento em máquinas, o custo por máquina, a quantidade de madeira e os demais fatores relevantes, observados nas tabelas 8, 9 e 10 (apêndice), garantem ao investidor um panorama de como será o processo e desempenho do sistema a campo, e quais são os aspectos que podem comprometer o desenvolvimento da atividade e a rentabilidade do sistema.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados apresentados, podem-se chegar as seguintes conclusões:

- Os fatores ambientais e técnicos operacionais das máquinas sugeridas não são limitantes para o desenvolvimento do sistema dentro da propriedade florestal.

- Utilizando do Sistema de Informação Geográfica e os Modelos digitais de terreno são possíveis obter uma série de parâmetros para planejamento e controle das áreas florestais;

- Fatores climáticos, produtividade dos talhões e falta de planejamento nos manejos adotados, podem interferir no custo da colheita florestal.

- O custo de colheita florestal com o sistema prospectado, corresponde a R\$ 33,18/m³. As variáveis que mais influenciaram nos custos para o sistema de colheita florestal foram o arraste (44,33%) e o processo de corte com (18,98%).

Diante do trabalho apresentado, recomenda-se:

- Avaliar o Rendimento Operacional, Disponibilidade Mecânica, Eficiência Operacional e Produtividade para o sistema de colheita florestal da propriedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Nessosolos litólicos**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html. Acesso em 6 ago. 2015

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Cambissolos Háplicos**. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn1sf65m02wx5ok0liq1mqzx3jrec.html. Acesso em 6 ago. 2015.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Argissolos Vermelho - Amaraloso**. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2axe8nfr.html. Acesso em 6 ago. 2015.

ANDREON, B.C. **Análise de Custos de Corte Florestal Semi Mecanizado em Região Declivosas no Sul do Espírito Santo**. 2011, 33p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. (2013) “Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012”, In: **Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas**, Brasília, 18 jun. Disponível em http://www.abraflor.org.br/estatisticas/A'BRAAF13/ABRAF13_BR.pdf. Acesso em 10 jun. 2015.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2001**: machinery, equipment and buildings: operating costs. Iowa: Ames, 2001. p. 164-226.

BERGER, R.; TIMOFEICZYK Jr., R.; CARNIERI, C.; LACOWICZ, P.G.; SAWINSKI JUNIOR, J.; ANDERS BRASIL, A. **Minimização de Custos de Transporte Florestal com a Utilização da Programação Linear**. REVISTA FLORESTA 33 (1) 53-62.

BROZA, K.T.; GARRASTAZU, M.C.; BRAZ, E.M.; MATTOS, P.P.; ROSOT, M.A.D. **Etapas do Planejamento do Projeto Modelflora em SIG livre**. In: X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. Curitiba – PR, 15 a 18 de outubro de 2012. p. 651 -658.

CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 132p.

CARVALHO, C.L.; DIAS, J.C.; CUNHA, W.L.P. Desafios de manutenção mecânica de máquinas florestais frente as inovações tecnológicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte (MG). **Anais...** Viçosa, 2003.

CASTILHO, A.S.de; FERNANDES, B.R.; FIRME, D.J.; AMARAL, E.J.; BORGES, S.M. **Colheita de madeira em áreas com relevo acidentado utilizando equipamentos de alta performance.** In: XVII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, p. 135-150, 2014, MOGI GUAÇU (SP). **Anais...** Mogi Guaçu, 2014.

CENIBRA. **Plano de Manejo Florestal.** Resumo Público, 2015 – 2016, v.11, p. 45.

EMBRAPA FLORESTAS. **Plantio de Florestas de Rápido Crescimento para Madeira Nobre.** Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/16893/1/Eucalipto01_2003.pdf. Acesso em 13 de jun. de 2015.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Planted forests in sustainable Forest management: a statement of principles – 2010. 2009. Disponível em: Acesso em: 05 ago. 2015

HAKANSSON, I. Soil compaction control: objectives, possibilities and prospects. *Soil Technol.*, 3:231-239, 1990.

HORN, R.; DOMZAL, H. & OUWERKERK, C. van. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil Till. Res.*, 35:23-36, 1995.

INO, A.; SHIMBO, I. **Pré-fabricação do Sistema Estrutural Modular em Eucalipto Roliço para Habitação – Experimentação com Peças de 3,5-8m de Comprimento.** In: VI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Florianópolis-SC, 22 a 24 de julho de 1998. v.2 p. 81-92.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná.** Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em 06 ago. de 2015.

KÖPPEN, W.1931.Climatologia. México, Fundo de Cultura Econômica.

IVERSON, D.C. & ALSTON, R.M. The genesis of FORPLAN: a historical and analytical review of forest service planning models. s.l., Intermountain Research Station, 1986. 31p. (General Technical Report INT-214).

LINHARES, M.; SETTE JÚNIOR, C. R.; CAMPOS, F.; YAMAJI, F. M. **Eficiência e desempenho operacional de máquinas harvester e forwarder**

na **colheita floretal**. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 212-219, abr./jun. 2012.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2014. 543p.

MACHADO, C. C. **Estradas rurais e florestais**. 1ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 441p.

MACHADO, C. C. **Sistemas de Colheita Florestal**. Viçosa, 2002, MG, 67p.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**. 4. Ed. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1985, 60p.

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1988, 65 p.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C.; MALINOVSKI, R. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Org.) **Colheita Florestal**: Viçosa: UFV, 2002. p. 145-164.

MINETTE, L. J.; SILVA, E. N. da; MIRANDA, G. de M.; SOUZA, A. P. de; FIEDLER, N. C. **Avaliação técnica da operação de extração de *Eucalyptus spp.* utilizando o trator autocarregável e o trator florestal transportador “forwarder” na região Sul da Bahia**. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.16, n.3, 312-312 317 Jul./Set., 2008.

MOLIN, J. P.; MILAN, M. **Trator e implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo**. In: GONÇALVES, J.L.M. STAPE, J.L. *Conservação e cultivo de solos para plantações florestais*. Piracicaba: IPEF, 2002. cap. 13, p.409-436.

PASCOAL, J. A.; **Gestão estratégica de recursos materiais: controle de estoque e armazenagem**. Monografia apresentada em Administração, João Pessoa, 2008.

PESCADOR, C.M.M.; OLIVEIRA, A.J. **Segurança do trabalho na Colheita Florestal: Um estudo de Caso**. 2009. 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2009.

REVISTA DA MADEIRA – REMADE. **Manejo de florestas de eucalipto para usos múltiplos**. Edição n. 75, 2003. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=401. Acesso em 15 de ago de 2015.

REZENDE, J.L.P. de; OLIVEIRA, A.D. de. **Análise Econômica de Projetos Florestais**. 3ª Ed. Viçosa, MG, Impr. UFV, 2013, 385p.

ROZAS MELLADO, E. C. E. **Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) na geração de produtos com maior valor agregado.** Dissertação-Mestrado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1993. 133p.

SILVA, M. R. da.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus Grandis* W. (Hill ex. Maiden). *Revista Irriga*, Botucatu, SP, v. 9, n. 1, p. 31-40, jan./abr. 2004.

SILVA, E. N. da; MACHADO, C. C.; MINETTI, L. J.; SOUZA, A. P. de; HAROLDO, .C.F.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G. **Avaliação técnica e econômica da colheita de *Pinus* sp. com harvester.** *Revista Árvore*, v. 34, p. 745-753, 2010.

SILVA, A.J.N. da; CABEDA, M.S.V. **Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade.** *R. Bras. Ci. Solo*, 30:921-930, 2006.

SILVEIRA, R. B. **Análise da rentabilidade potencial de investimentos em reflorestamento de eucalipto no leste de Mato Grosso do Sul e Norte do Paraná.** Dissertação – Mestrado. Curso de Pós-graduação em Produção e Gestão Agroindustrial, Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. Campo Grande, 2008. 41p.

SIMÕES, D. FENNER, P.T.; BANTEL, C. A. **Análise Operacional e econômica do processamento de madeira de eucalipto com “Hipro” em região montanhosa.** *Revista Árvore*, vol.35, no.3, Viçosa, May/June, 2011.

SIMÕES, D.; FENNER, P.T. Influência do relevo na produtividade e custos do harvester. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.85, n.38, p.107-114, 2010.

SIMÕES, L.; RIBEIRO, M. C. **A curva ABC como ferramenta para análise de estoques.** Trabalho aceito na Universidade Unisalesiano, 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Produção Florestal: Cadeia Produtiva.** Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/cadeia-produtiva>> Acesso em: 10 jun. 2015.

STOHR, G.W.D. **Cálculo de Custos de Máquinas Florestais.** In: I Curso de Atualização sobre sistemas de Exploração e Transporte Florestal. Curitiba – PR, 06 a 12 de fevereiro de 1977. p. 23 -30.

TANAKA, O. P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

VOLPATO, C.E.S.; MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P.de; NEVES, A.R.
**Otimização da produtividade e do custo de extração florestal com o
guincho-arrastador.** p. 296-307. Revista árvore. Viçosa, 1991.

APÊNDICES

Motoserra	MS361					
Componentes de custo	Custo Unitário (R\$/ano)	Custo Equipe (R\$/ano)	Custo Equipe (R\$/hora)	Custo Equipe (R\$/m³)		
Aquisição	R\$ 2.229,00					
Depreciação	R\$ 1.034,55	R\$ 2.069,10	R\$ 1,18	R\$ 0,15		
Licenciamento e Seguros	R\$ 1.213,87	R\$ 2.427,74	R\$ 1,38	R\$ 0,18		
Juros	R\$ 2.290,17	R\$ 4.580,34	R\$ 2,60	R\$ 0,34		
Soma - Custos Fixos	R\$ 4.538,59	R\$ 9.077,19	R\$ 5,16	R\$ 0,68		
Combustível	R\$ 5.969,74	R\$ 11.939,49	R\$ 6,78	R\$ 0,89		
Óleo 2t	R\$ 2.059,20	R\$ 4.118,40	R\$ 2,34	R\$ 0,31		
Óleo lubrificante	R\$ 1.892,00	R\$ 3.784,00	R\$ 2,15	R\$ 0,28		
Corrente	R\$ 806,67	R\$ 1.613,33	R\$ 0,92	R\$ 0,12		
Manutenção, reparos e consertos	R\$ 546,24	R\$ 1.092,48	R\$ 0,62	R\$ 0,08		
Soma - Custos Variáveis	R\$ 11.273,85	R\$ 22.547,71	R\$ 12,81	R\$ 1,69		
Operador	R\$ 24.920,00	R\$ 24.920,00	R\$ 14,16	R\$ 1,87		
Ajudantes	R\$ 21.360,00	R\$ 21.360,00	R\$ 12,14	R\$ 1,60		
Soma - Custos de Mão-de-obra	R\$ 46.280,00	R\$ 46.280,00	R\$ 26,30	R\$ 3,46		
Custos de Administração	R\$ 6.209,24	R\$ 6.209,24	R\$ 3,53	R\$ 0,46		
Custo Total (R\$)	R\$ 68.301,69	R\$ 84.114,14	R\$ 47,79	R\$ 6,30		

TABELA 3 – CUSTOS PARA A ETAPA DE CORTE FLORESTAL
 FONTE: o Autor (2015).

Trator 180 CV + M.S. + Guincho	Custo Unitário (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/hora)	Custo Unitário (R\$/m³)
Aquisição	R\$ 304.000,00		
Depreciação (D)	R\$ 27.360,00	R\$ 15,55	R\$ 2,27
Juros (J)	R\$ 12.540,00	R\$ 7,13	R\$ 1,04
Seguros (S)	R\$ 9.120,00	R\$ 5,18	R\$ 0,76
Custo Mão de Obra (CMO)	R\$ 16.005,00	R\$ 9,09	R\$ 1,33
Garagem	R\$ 1.000,00	R\$ 0,57	R\$ 0,08
Soma - Custos Fixos/ano	R\$ 66.025,00	R\$ 37,51	R\$ 5,48
Manutenção e reparos (R\$/hrs)	R\$ 25.390,08	R\$ 14,43	R\$ 2,11
Combustível	R\$ 31.680,00	R\$ 18,00	R\$ 2,63
Lubrificantes	R\$ 7.920,00	R\$ 4,50	R\$ 0,66
Pneus	R\$ 5.865,93	R\$ 3,33	R\$ 0,49
Custos de Administração	R\$ 13.688,10	R\$ 7,78	R\$ 1,14
Consertos	R\$ 26.752,00	R\$ 15,20	R\$ 2,22
Soma - Custos Variáveis/hora	R\$ 111.296,11	R\$ 63,24	R\$ 9,23
Custo Total R\$	R\$ 177.321,11	R\$ 100,75	R\$ 14,71

TABELA 4 – CUSTOS PARA A ETAPA DE ARRASTE
 FONTE: o Autor (2015).

Trator 180 CV + Mesa Traçadora	Custo Unitário (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/hora)	Custo Unitário (R\$/m³)
Aquisição	R\$ 444.000,00		
Depreciação (D)	R\$ 39.960,00	R\$ 22,70	R\$ 0,57
Juros (J)	R\$ 18.315,00	R\$ 10,41	R\$ 0,26
Seguros (S)	R\$ 13.320,00	R\$ 7,57	R\$ 0,19
Custo Mão de Obra (CMO)	R\$ 16.005,00	R\$ 9,09	R\$ 0,23
Garagem	R\$ 1.000,00	R\$ 0,57	R\$ 0,01
Soma - Custos Fixos/ano	R\$ 88.600,00	R\$ 50,34	R\$ 1,26
Manutenção e reparos (R\$/Ano)	R\$ 37.082,88	R\$ 21,07	R\$ 0,53
Combustível	R\$ 52.800,00	R\$ 30,00	R\$ 0,75
Lubrificantes	R\$ 13.200,00	R\$ 7,50	R\$ 0,19
Pneus	R\$ 8.446,97	R\$ 4,80	R\$ 0,12
Custos de Administração	R\$ 20.012,98	R\$ 11,37	R\$ 0,28
Consertos	R\$ 39.072,00	R\$ 22,20	R\$ 0,56
Soma - Custos Variáveis/hora	R\$ 170.614,83	R\$ 96,94	R\$ 2,42
Custos Totais R\$	R\$ 259.214,83	R\$ 147,28	R\$ 3,68

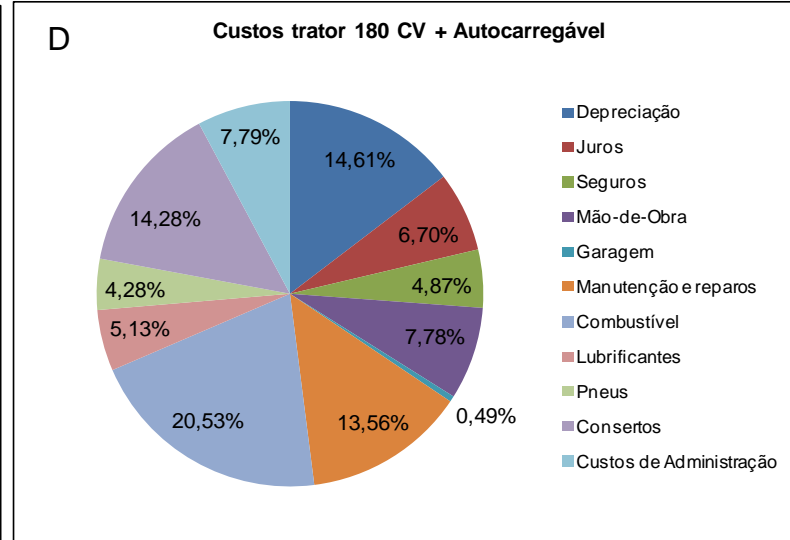
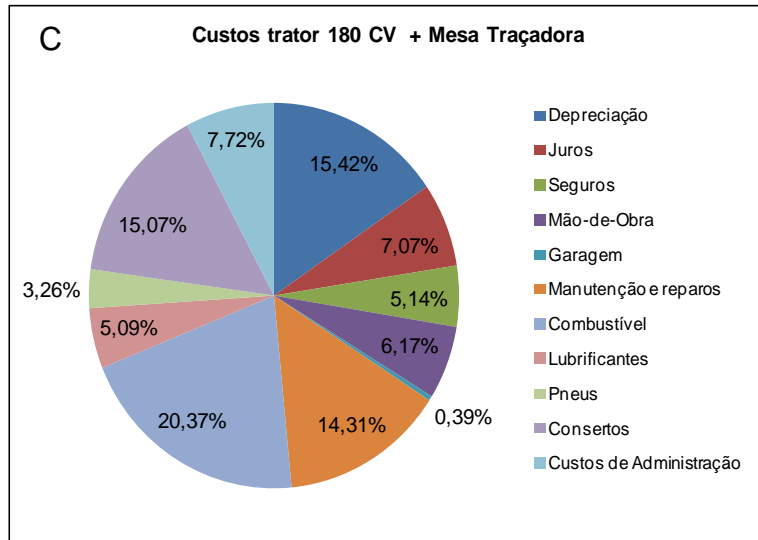
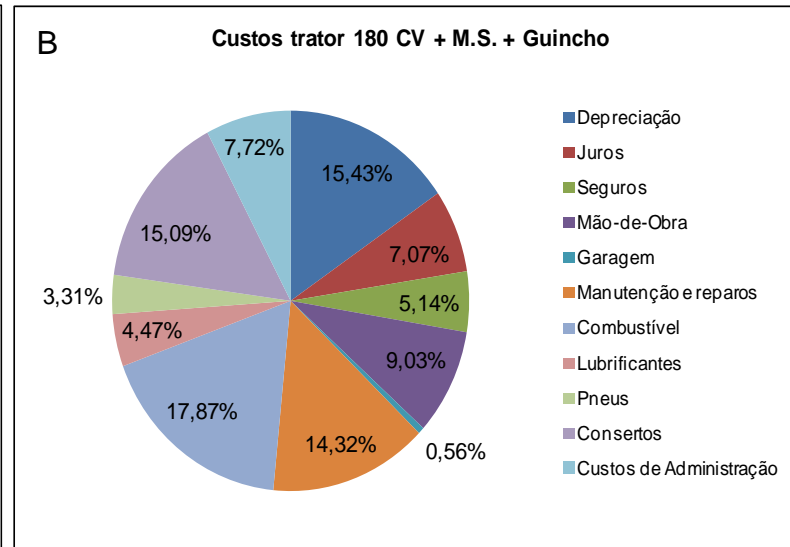
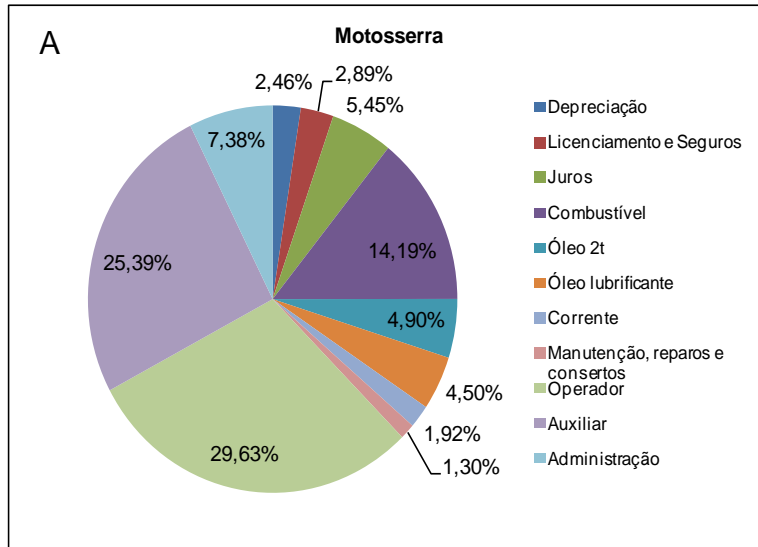
TABELA 5 – CUSTOS PARA A ETAPA DE PROCESSAMENTO DA MADEIRA
 FONTE: o Autor (2015).

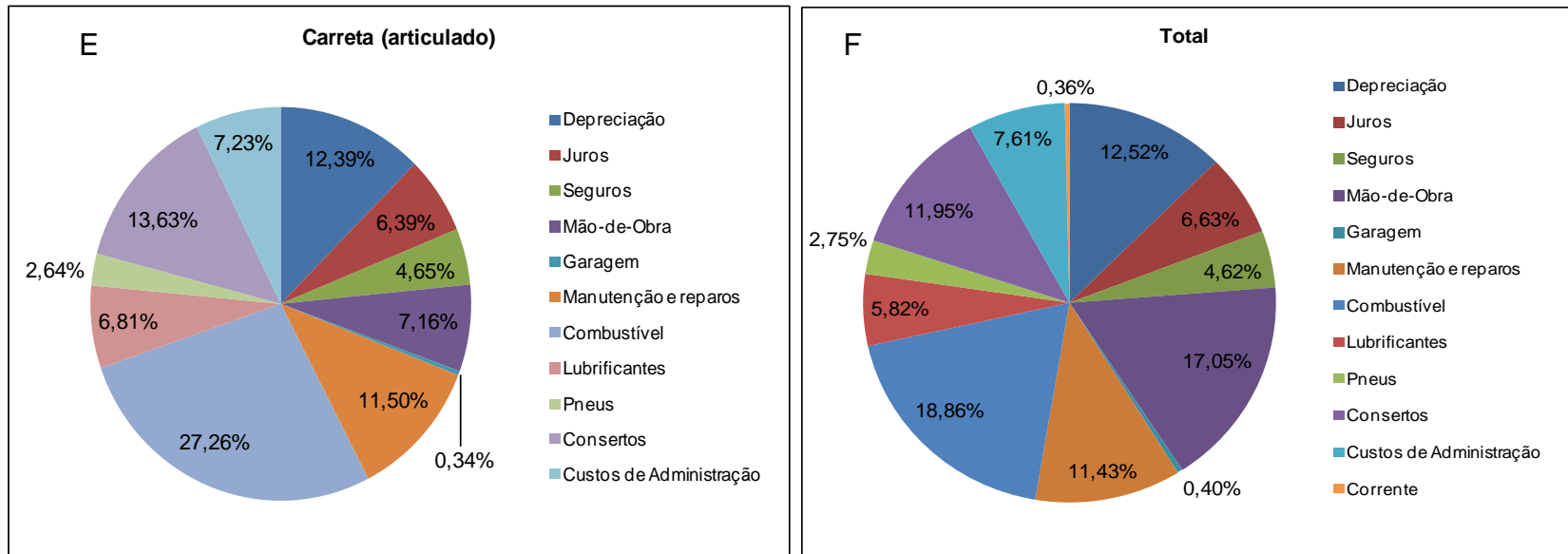
Trator 180 CV + Autocarregável	Custo Unitário (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/hora)	Custo Unitário (R\$/m³)
Aquisição	R\$ 334.000,00		
Depreciação (D)	R\$ 30.060,00	R\$ 17,08	R\$ 0,72
Juros (J)	R\$ 13.777,50	R\$ 7,83	R\$ 0,33
Seguros (S)	R\$ 10.020,00	R\$ 5,69	R\$ 0,24
Custo Mão de Obra (CMO)	R\$ 16.005,00	R\$ 9,09	R\$ 0,38
Garagem	R\$ 1.000,00	R\$ 0,57	R\$ 0,02
Soma - Custos Fixos/ano	R\$ 70.862,50	R\$ 40,26	R\$ 1,69
Manutenção e reparos (R\$/Ano)	R\$ 27.895,68	R\$ 15,85	R\$ 0,67
Combustível	R\$ 42.240,00	R\$ 24,00	R\$ 1,01
Lubrificantes	R\$ 10.560,00	R\$ 6,00	R\$ 0,25
Pneus	R\$ 8.798,95	R\$ 5,00	R\$ 0,21
Custos de Administração	R\$ 16.035,71	R\$ 9,11	R\$ 0,38
Consertos	R\$ 29.392,00	R\$ 16,70	R\$ 0,70
Soma - Custos Variáveis/hora	R\$ 134.922,34	R\$ 76,66	R\$ 3,22
Custos Totais R\$	R\$ 205.784,84	R\$ 116,92	R\$ 4,91

TABELA 6 – CUSTOS PARA A ETAPA DE BALDEIO
 FONTE: o Autor (2015).

Carreta (articulado)	Custo Unitário (R\$/ano)	Custo Unitário (R\$/hora)	Custo Unitário (R\$/m³)
Aquisição	R\$ 450.000,00		
Depreciação (D)	R\$ 36.000,00	R\$ 20,45	R\$ 0,44
Juros (J)	R\$ 18.562,50	R\$ 10,55	R\$ 0,23
Seguros (S)	R\$ 13.500,00	R\$ 7,67	R\$ 0,17
Custo Mão de Obra (CMO)	R\$ 20.806,50	R\$ 11,82	R\$ 0,26
Garagem	R\$ 1.000,00	R\$ 0,57	R\$ 0,01
Soma - Custos Fixos/ano	R\$ 89.869,00	R\$ 51,06	R\$ 1,11
Manutenção e reparos (R\$/ano)	R\$ 33.408,00	R\$ 18,98	R\$ 0,41
Combustível	R\$ 79.200,00	R\$ 45,00	R\$ 0,98
Lubrificantes e Graxas	R\$ 19.800,00	R\$ 11,25	R\$ 0,24
Pneus	R\$ 7.661,90	R\$ 4,35	R\$ 0,09
Custo da Administração	R\$ 21.013,89	R\$ 11,94	R\$ 0,26
Consertos	R\$ 39.600,00	R\$ 22,50	R\$ 0,49
Soma - Custos Variáveis/hora	R\$ 200.683,79	R\$ 114,02	R\$ 2,48
Custos Totais R\$	R\$ 290.552,79	R\$ 165,09	R\$ 3,59

TABELA 7 – CUSTOS PARA A ETAPA DE TRANSPORTE
 FONTE: o Autor (2015).





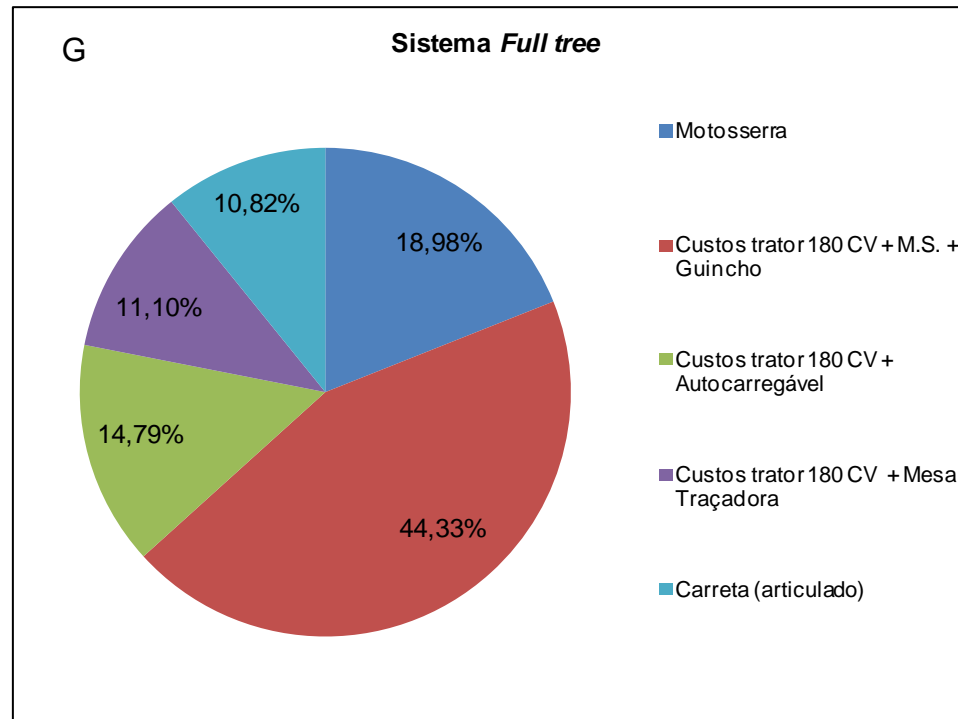


GRÁFICO 1 – PERCENTUAIS CORRESPONDENTES A CADA ETAPA DO PROCESSO *FULL TREE*: COLHEITA COM MOTOSSERRA (A), TRATOR COM MINI-SKIDDER + GUINCHO (B); TRATOR COM MESA TRAÇADORA (C); TRATOR COM AUTOCARREGÁVEL (D); CARRETA (ARTICULADO) (E). CUSTOS PERCENTUAIS TOTAIS (F) E CONTRIBUIÇÃO DE CADA ETAPA DE COLHEITA COM CUSTOS PERCENTUAIS (G).
 FONTE: o Autor (2015)

Total	R\$/m³	%
Depreciação	R\$ 4,15	12,52
Juros	R\$ 2,20	6,63
Seguros	R\$ 1,53	4,62
Mão-de-Obra	R\$ 5,66	17,05
Garagem	R\$ 0,13	0,40
Manutenção e reparos	R\$ 3,79	11,43
Combustível	R\$ 6,26	18,86
Lubrificantes	R\$ 1,93	5,82
Pneus	R\$ 0,91	2,75
Consertos	R\$ 3,96	11,95
Custos de Administração	R\$ 2,53	7,61
Corrente	R\$ 0,12	0,36
Total	R\$ 33,18	100,00

TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO NO SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL AVALIADO.
 FONTE: o Autor (2015).

Sistema Full tree	R\$/m³	%
Motosserra	R\$ 6,30	18,98
Custos trator 180 CV + M.S. + Guincho	R\$ 14,71	44,33
Custos trator 180 CV + Autocarregável	R\$ 4,91	14,79
Custos trator 180 CV + Mesa Traçadora	R\$ 3,68	11,10
Carreta (articulado)	R\$ 3,59	10,82
Total	R\$ 33,18	100,00

TABELA 9– CUSTO DO SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL EM R\$/M³ PRODUZIDO
 FONTE: o Autor (2015).

Equipamento	Funcionários	Investimento em máquina	Custo (R\$/m³)
Motosserra	2	R\$ 4.598,00	R\$ 6,30
Trator + Mini Skidder + Guincho	3	R\$ 304.000,00	R\$ 14,71
Trator + Autocarregável c/ Carreta	1	R\$ 334.000,00	R\$ 4,91
Trator + Mesa Traçadora	1	R\$ 444.000,00	R\$ 3,68
Carreta (articulado)	1	R\$ 450.000,00	R\$ 3,59
Total	8	R\$ 1.536.598,00	R\$ 33,18

TABELA 10 – ANÁLISE GERAL PARA OS EQUIPAMENTOS PROSPECTADOS (1).
 FONTE: o Autor (2015).

ANEXOS

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA MESA TRAÇADORA CONSIDERADA PARA AVALIAÇÃO

CONFIGURAÇÃO DE MONTAGEM DO C-7.70 COMPOSTO DE:

CARREGADOR

MODELO **CARREGADOR FLORESTAL TMO 7.70ac.**

MOMENTO DE CARGA BRUTO: 7.000 kgf.m

CAPACIDADES DE CARGA: 3.500 kgf a 2,0 mts.

2.330 a 3,0

1.750 a 4,0

1.400 a 5,0

1.160 a 7,0

ALCANCE HORIZONTAL MÁXIMO: 6,2 metros

ALCANCE VERTICAL MÁXIMO: 7,5 metros.

TELESCÓPICO: Curso de 1,1 mts.

ÂNGULO MÁXIMO DE GIRO: 380°

VEDAÇÕES: Padrão PARKER HANNIFIN

ESTABILIZADORES: 2 (dois) hidráulicos com válvula de retenção.

RESERVATÓRIO HIDRÁULICO: 260 litros na dianteira do trator com trocador de calor.

PRESSÃO MÁXIMA DE TRABALHO: 180 bar.

COMANDO HIDRÁULICO: 4 vias com seis ou oito corpos e regulagem individual de pressão para cada operação. Acionado por alavancas, ou Joystick mecânico e pedais. **PARKER ML25**

BOMBA HIDRÁULICA: Dupla **45+45** litros à 1.000 rpm, com caixa de desengate para quando não estiver em operação, montada na traseira do trator

ROTATOR: **TMO RC-210** giro contínuo.

SISTEMA DE GIRO DA COLUNA: **Caixa em aço** SAE 1045 fundido em uma peça.

Eixo maciço em aço cromo níquel apoiado em rolamentos de contato angular e axial com porcas travas duplas.

Buchas em bronze centrifugado, livre de materiais abrasivos.

Cremalheiras (duas) em aço cromo níquel temperado, apoiadas em guias de bronze.

Lubrificação em banho de óleo **SAE 140**

MANGUEIRAS / CONEXÕES: **Mangueiras** com dois trançados de aço.

Conexões prensadas JIC 37°

FILTROS: **Sucção** de Malha metálica 150 um e **Retorno** com elemento descartável 10 um

MESA TRAÇADORA TMO MT-36

- **Construção:** Chassi construído predominantemente de tubos de aço, com batente das toras sobre guias e regulável, com proteções do motor e válvulas, reservatório de óleo embutido.

- **Sabre:** 1,35 mt

- **Área de corte:** 0,36m²

- **Corrente:** passo $\frac{3}{4}$, com lubrificação automática

- **Pressão de trabalho:** 170 bar

- **Vazão mínima** 170 lts/min

- **Lubrificação automática** da corrente

- **Engate rápido** Mesa Traçadora

- **Peso aproximado:** 2.200kg

- **Sistema de levante** hidráulico

FIGURA 13 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA MESA TRAÇADORA CONSIDERADA
FONTE: TMO (2015)